

Lothar Beyer^{1,2}, Wiebke Huyke², Stephan Hüttmann², Inna Archegova³ & Tatiana V. Titarenko⁴

¹ Institut für Polarökologie, Universität Kiel, Wischhofstraße 1-3, Gebäude 12, D- 24148 Kiel

² Fa. Groth & Co. (GmbH & Co.), Abteilung Umwelttechnik & Consult, Feldmannstraße 1, D-25524 Itzehoe, Germany

³ Institute of Biology, Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 167610 Russia, Komi Republic, Syktyvkar, Kommunisticheskaya St. 28

⁴ KomiArcticOil JSC, Vozeyskaya St. 21-A, Usinsk, 169706, Komi Republic, Russia

Zur Anwendung gängiger bodenmikrobiologischer Verfahren bei der bodenökologischen Bewertung hochgradig rohölverschmutzter Böden in der russischen Tundra am Polarkreis

Die Region Usinsk nahe dem Polarkreis in der Komi Republik besitzt die größten Erdölvorkommen in Russland diesseits des Urals. Marode Röhrensysteme und veraltete Förderungsverfahren während der Sowjetzeit haben ein unglaubliches Maß an Rohölverschmutzung verursacht: bis zu 30% Öl im Boden sowie Ölseen auf der Bodenoberfläche. Diese Altlasten auf dem Fördergebiet der KomiArcticOil, eines kanadisch-russischen Verbandes, sollen beseitigt, saniert und die Flächen rekultiviert werden. Als Erfolgskontrolle dieser Arbeiten sollen Parameter eingesetzt werden, die die Bodenqualität beschreiben. In einer ersten Testphase sollte überprüft werden, ob sich die gängigen Enzymtests und die Bestimmung der mikrobiellen Biomasse mittels substratinduzierter Atmung (SIR) sowie der Chloroform-Fumigationsmethode (CFE) eignen (Alef, 1991), um die Qualität ölverschmutzter Tundraböden zu charakterisieren.

Es wurden typische Böden der Landschaft untersucht, die sich optisch durch den Grad der Ölverschmutzung unterschieden (Tabelle 1). Verglichen mit dem Sanierungsziel in Deutschland von 0.5 mg g⁻¹ oder 500 mg kg⁻¹ Boden waren allerdings selbst die „schwach“ beeinflussten Böden noch deutlich kontaminiert (Tab.1: Öl-C).

Überraschend für uns war, daß auch bei organoleptisch nicht wahrnehmbarer Verun-

reinigung noch beträchtliche Ölmengen in den Böden nachgewiesen wurden. In einigen Horizonten war der Kohlenstoff (Öl-C) sogar höher als der bodenbürtige organische Kohlenstoff (C_{bioorg}).

Der spezifische Biomasse-Kohlenstoff (Biomasse-C/Bodenkohlen: C_{mic}/C_{bioorg}) die Enzyme Dehydrogenaseaktivität sowie die Arylsulfatase reagierten positiv auf Rohöl im Boden bis zu Werten, die weit oberhalb des deutschen Sanierungszieles liegen. Erst bei extrem hohen Ölgehalten zeigten sich negative Auswirkungen. Sie sind folglich als Indikatoren für eine Bodenschädigung durch Öl ungeeignet. Der metabolische Quotient (qCO₂) errechnet aus Basalatmung (R_{mic}) und der substratinduzierte Biomasse-Kohlenstoff (SIR-C_{mic}) war dagegen ein Indikator für hohe Ölgehalte. Auch die C_{bioorg}-bereinigte β -Glucosidaseaktivität (β -GL/C_{bioorg}) reagierte negativ auf hohe Ölgehalte. Beide Biomassemethoden (SIR, CFE) könnten bei der Anwendung auf rohölhaltige Böden noch methodische Probleme in sich bergen. Die Aussagefähigkeit der Ergebnisse hängt dabei stark vom Bodenmaterial (mineralisch oder organisch), vom Grad der Verschmutzung, vom Alter der Ölprodukte und von der Methode selber ab. Hohe Werte können auch bei hohen Mineralöl-Kontaminationen auftreten, so daß die Aktivitätsparameter alleine wenig auszusagen vermögen.

Tabelle 1. Ausgewählte Eigenschaften von Böden im Ölfördergebiet der KomiArcticOil (Usinsk) in der Russischen Tundra.

TS: Trockensubstanz in g kg^{-1} , Öl-C: Öl-Kohlenwasserstoffe-C, C_t : Gesamtkohlenstoff, C_{bioorg} : Bodenbürtiger biogener Kohlenstoff, N_t : Gesamtstickstoff, pH^A : pH-Wert im Boden

no.	Hori- zont	Tiefe cm	TS	Öl-C	C_t	C_{bioorg}	$\frac{C_{\text{bioorg}}}{\text{Öl-C}}$	$\frac{N_t}{\text{mg g}^{-1}}$	$\frac{C_{\text{bioorg}}}{N_t}$	pH^A
„Moorgley“ (Histic Cryaquept) unter ruderaler Grasvegetation mit Ölkontamination										
1.0	Öl-Y	0-2	946	92.5	150.7	58.2	0.63	NB	NB	NB
1.1	Y	-15	687	46.5	76.9	30.4	0.65	1.32	23.0	7.26
1.2	L/O	-30	255	33.5	363.8	330.5	9.87	5.83	56.7	5.79
1.3	Go	-55	872	0.4	3.3	2.9	7.25	0.26	11.2	5.86
... ohne wahrnehmbare Ölkontamination										
2.1	Y	0-10	616	0.9	48.3	47.4	52.7	1.98	23.9	7.06
2.2	L/O	-30	107	1.8	393.8	392.0	217	6.03	65.3	5.83
2.3	AGo	-42	818	0.03	10.5	10.5	350	0.59	17.8	4.59
„Moor“ (Sphagnic Cryofibril) ohne wahrnehmbare Ölkontamination										
3.1	H1	0-30	215	2.8	499.5	496.7	177	4.69	105.8	3.73
3.2	H2	-60	136	4.3	493.4	489.1	113	20.57	23.8	4.06
„Moor“ (Hydric Cryofibril) mit Ölkontamination										
4.1	H1	0-17	261	1.3	361.5	360.2	359	11.19	32.1	3.78
4.2	H2	>17 ^B	126	3.1	439.7	436.6	141	15.16	28.8	3.55
„Moorgley“ (Histic Cryaquept) unter offenem Kiefern/Birkenwald mit Ölkontamination										
5.0	Öl	0-5	134	3.8	349.3	345.5	90.9	9.53	35.1	5.47
5.1	L/O	-18	118	1.8	481.7	479.9	266	4.01	119.7	5.55
5.2	Ah	-38	574	0.1	96.7	96.6	966	4.93	19.6	5.68
5.3	Go	-50	856	0.03	15.0	15.0	500	0.98	15.3	5.81
... ohne wahrnehmbare Ölkontamination										
6.1	L/O	0-15	177	2.9	389.0	386.1	133	8.32	46.4	4.42
6.2	A(h)	-24	827	0.1	3.9	3.8	38.0	0.34	11.2	5.76
6.3	Go	-47	856	0.02	2.9	2.9	145	0.34	8.5	5.96

Weiterführende Literatur

ALEF, K. (1991): Methodenhandbuch Bodenmikrobiologie. Ecomed, Landsberg

BEYER, L. (1998): Bodenorganismen. In: Blume et al. (Hrsg.). Lehrbuch der Bodenkunde. Enke, Stuttgart. S.70-81

BEYER, L., HUYKE, W., HÜTTMANN, S., ARCHEGOVA, I. & T. V. TITARENKO (2000): Zur Anwendung gängiger bodenmikrobiologischer Verfahren bei der bodenökologischen Bewertung hochgradig rohölverschmutzter Böden in der Russischen Tundra am Arktischen Wendekreis. Wasser und Boden (im Druck)

BEYER, L., HUYKE, W., HÜTTMANN, S., ARCHEGOVA, I. & T. V. TITARENKO (2000): The use of microbial activity indicators for a quality assessment of highly crude oil contaminated soils in the Russian subpolar tundra at the Arctic Circle. Pochvovedenie & Eurasian Soil Science (eingereicht)

HÜTTMANN, S. (1999): Untersuchungen zur mikrobiellen Dynamik, Prozeßkontrolle und Beschleunigung des mikrobiellen Kohlenwasserstoffabbaus in mineralverunreinigten Bodenmaterialien mit dem Mietenwendeverfahren. Schriftenreihe Institut

für Pflanzenernährung und Bodenkunde der Universität zu Kiel Nr. 47

HUYKE, W. (1999). Bewertung und Sanierung hochgradig rohölverschmutzter Böden in der Russischen Tundra am Arktischen Wendekreis. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Kiel

JÖRGENSEN, R. G., SCHMAEDEKE, F., WINDHORST, K. AND B. MEYER (1995): Biomass and activity of microorganisms in a fuel oil contaminated soil. Soil Biology and Biochemistry 27, 1137-1143

KOLK, A. UND R. F. HÜTTL (1996): Anwendung bodenmikrobiologischer Untersuchungsmethoden zur Charakterisierung der mikrobiellen Biomasse und ihrer Aktivitäten von tertiären, aschemelierten Kippensubstraten des Niederlausitzer Braun-

kohlereviere. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 81, 291-294

VANCE, E. D., BROOKES, P. C. AND D. S. JENKINSON (1987): An extraction method for measuring soil microbial biomass C. Soil Biology and Biochemistry 19, 703-707

Lothar Beyer
Institut für Polarökologie
der Universität Kiel
Wischhofstr. 1-3
24148 Kiel
Germany